

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-050291

(43)Date of publication of application : 20.02.1996

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

(21)Application number : 07-148758

(71)Applicant : MINNESOTA MINING & MFG CO <3M>

(22)Date of filing : 15.06.1995

(72)Inventor : EPSTEIN KENNETH A  
WENZ ROBERT P

(30)Priority

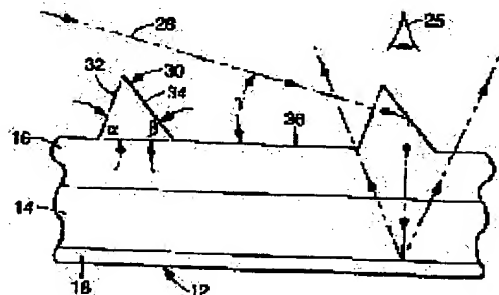
Priority number : 94 265230    Priority date : 24.06.1994    Priority country : US

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE PROVIDED WITH BRIGHTNESS EMPHASIZING FILM AND ILLUMINATED FROM FRONT SIDE

(57)Abstract:

PURPOSE: To emphasize the brightness of a display illuminated from the front side.

CONSTITUTION: A display panel 12 in which a film 16 formed with projecting parts 30 on the front surface, a display 14 and a reflector 18 are laminated is illuminated from an oblique front direction. A lighting beam 26 is made incident from the 1st face 32 of the projected part 30 into the film 16, totally reflected by the 2nd face 34, penetrated through the display 14, reflected by the reflector 18, projected from the panel 12, and reached to a viewer's eye 25. The luminance of the panel 12 can be emphasized by bending the obliquely incident lighting beam 26.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

05.06.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-50291

(43) 公開日 平成8年(1996)2月20日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 0 2 F 1/1335

識別記号  
5 3 0

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-148758

(22) 出願日 平成7年(1995)6月15日

(31) 優先権主張番号 2 6 5 2 3 0

(32) 優先日 1994年6月24日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 590000422

ミネソタ マイニング アンド マニユフ  
ァクチャリング カンパニー  
アメリカ合衆国, ミネソタ 55144-1000,  
セント ポール, スリーエム センター  
(番地なし)

(72) 発明者 ケネス・アラン・エプスタイン

アメリカ合衆国55144-1000ミネソタ州セ  
ント・ポール, スリーエム・センター (番  
地の表示なし)

(74) 代理人 弁理士 青山 葆 (外1名)

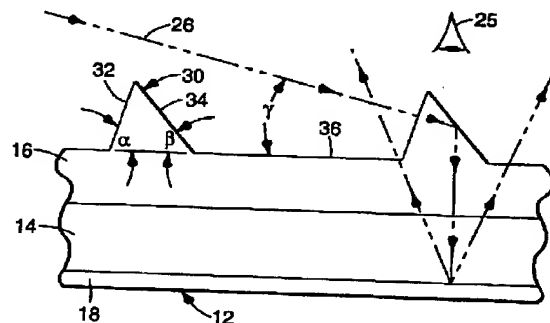
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 輝度強調フィルムを備え前方から照明される液晶ディスプレイ

(57) 【要約】

【目的】 前方から照明されるディスプレイの輝度を強調する。

【構成】 前面に隆起部30が形成されたフィルム16と、ディスプレイ14と、レフレクター18とが積層されたディスプレイパネル12を、斜め前方から照明する。照明光線26は、隆起部30の第1面32からフィルム16内に入射され、第2面34で全反射されてディスプレイ14内を通り、レフレクター18で反射され、パネル12から出射し、見る人25に達する。斜めからの照明光線26を曲げ、ディスプレイパネル12の輝度を強調することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の画素を備え、表面と裏面とを有するディスプレイ(14)と、

一方は平滑面で他方は複数の平行な隆起部(30)を有する対向する2面を有する透明フィルム(16)であって、上記平滑面は上記ディスプレイの上記表面に隣接し、上記隆起部は画素あたり少なくとも1の隆起部のピッチを有する、透明フィルムと、

上記ディスプレイの上記裏面に隣接して備えられるレフレクター(18)と、

上記フィルムに光線(26)を向ける光源(20)とを備える、前方から照明されるディスプレイシステム(10)であって、

上記光線は、上記隆起部から上記フィルムに入射し、全反射によって上記フィルム内で後方へ反射されて、上記ディスプレイ内を貫通し、上記レフレクターで反射され、上記ディスプレイ内に戻って貫通し、上記フィルムから出射し、それによって上記ディスプレイの輝度を強調することを特徴とする、前方から照明されるディスプレイシステム。

【請求項2】 上記隆起部は、それぞれ、上記光線を受け入れる第1面と、上記光線を全反射によって上記ディスプレイに向けて反射する第2面とを備え、上記第1面は上記フィルムの上記平滑面に対して約 $70^\circ$ から $90^\circ$ までの範囲内の角度 $\alpha$ を形成し、上記第2面は上記フィルムの平滑面に対して約 $40^\circ$ から $50^\circ$ までの範囲内の角度 $\beta$ を形成し、隣合う上記隆起部は、上記フィルムの上記平滑面に平行な第3面(36)によって分離されることを特徴とする、請求項1記載のシステム。

【請求項3】 上記隆起部は、それぞれ、上記光線を受け入れる第1面と、上記光線を全反射によって上記ディスプレイに向けて反射する第2面とを備え、上記第1面は上記フィルムの上記平滑面に対して約 $5^\circ$ から $20^\circ$ までの範囲内の角度 $\alpha$ を形成し、上記第2面は上記フィルムの上記平滑面に対して約 $60^\circ$ から $90^\circ$ までの範囲内の角度 $\beta$ を形成し、隣合う隆起部は互いに隣接し、上記隆起部の隣合う頂部の間の距離は、好ましくは、上記隆起部の高さの約3倍から10倍までの範囲内であることを特徴とする、請求項1記載のシステム。

【請求項4】 上記光源は、1つの点光源(40)と1つの光パイプ(42)とを備え、上記光パイプは、上記隆起部に平行であり、上記ディスプレイとは反対側の上記光パイプの面には複数の切欠き(44)を有することを特徴とする、請求項1記載のシステム。

【請求項5】 上記光源は、1つの点光源(40)と1つの光パイプ(42)とを備え、上記光パイプは、上記隆起部に平行であり、上記光パイプの厚さは上記点光源に近い方の端部から上記光パイプ長さ方向に沿って減少し、上記光パイプの厚さは上記ディスプレイとは反対側の上記光パイプの面に形成された複数の段(54)によって減

少されることを特徴とする、請求項1記載のシステム。

【請求項6】 上記光源すなわち第1光源と同様に、上記フィルムに光線を向ける第2光源をさらに備え、該第2光源は、上記第1光源とは反対側のディスプレイ端に備えられ、各隆起部の第1面は上記フィルムの上記平滑面に対して角度 $\alpha$ を形成し、各隆起部の第2面(34)は上記フィルムの上記平滑面に対して角度 $\beta$ を形成し、 $\alpha = \beta$ であることを特徴とする、請求項1記載のシステム。

## 10 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ディスプレイの輝度を強調する分野に関し、詳しくは、前方から照明される液晶ディスプレイの輝度の強調に関する。

【0002】

【従来の技術】広告板や、モールディスプレイや、画素化ディスプレイたとえば液晶ディスプレイのようなディスプレイは、見やすくするために、一般には、ディスプレイの後方から、すなわち“バックライト”によって照明され、または、周囲の照明を用いて、すなわちサイドライティングを用いて、ディスプレイの前方から照明される。サイドライティングとしても知られている前方からの照明が用いられる場合、光源は、ディスプレイの片側または両側に備えられ、ディスプレイに光線が向くように、ディスプレイ面よりわずかに上方に配置される。しかし、ディスプレイ面からの光源の高さはディスプレイの長さ比べて普通は小さいので、光源からの光線はディスプレイに対して $90^\circ$ 度(すなわち、面の接線方向)に近い入射角でディスプレイに当たる。その結果、光のほとんどはディスプレイ面での視射角反射によってむだにされ、見る人に到達することができない。

【0003】

【発明の要旨】本発明は、ディスプレイに伝達される光をできるだけ多くするように構成されたフィルムをディスプレイ上に備え、それにより、見る人に到達する光の量を増すことによって、この問題を解決する。本発明は、液晶ディスプレイのようなフラットディスプレイと、ディスプレイ上の透明フィルムと、ディスプレイの反対側のレフレクターと、光源とを含む。フィルムは、ディスプレイとは反対側に、多数の小さい隆起部を有する。光線は、ある視射角でフィルムに向けられて、隆起部によってディスプレイ方向に曲げられる。光線は、ディスプレイ内を一旦通り、レフレクターで反射されてディスプレイ内へ再び戻り、フィルムから出て、ディスプレイの法線方向に対して $0^\circ$ から $\pm 30^\circ$ までの範囲の角度で、見る人に向けて進行する。

【0004】隆起部のピッチは、好ましくは、画素あたり1より多い隆起部とする。1つの実施例では、図2に示すように、隆起部は、その角度 $\alpha$ および $\beta$ がそれぞれ $70^\circ$ から $90^\circ$ までおよび $40^\circ$ から $50^\circ$ までであ

り、ディスプレイに平行な面によって分離される。他の実施例では、図6に示すように、隆起部は、ディスプレイに対して約 $1^\circ$ から $3^\circ$ までの範囲内の角度 $\delta$ で傾けられた面によって分離される。また他の実施例では、図5に示すように、角度 $\alpha$ は $5^\circ$ から $20^\circ$ まで、角度 $\beta$ は $60^\circ$ から $90^\circ$ までであり、隆起部は互いにすぐ隣にある。さらに他の実施例では、図7に示すように、光源と反対側の隆起部の面に各隆起部に隣接して溝を備える。

【0005】光源は、発光ダイオードのような点光源と、点光源を線光源に変換する光パイプとを備えてもよい。光パイプは、四角形断面を有し、ディスプレイとは反対側の光パイプの面には、切欠きを有するようにしてよい。変形例では、パイプはディスプレイとは反対側の面が段状に形成され、それによって、パイプに沿って光源から離れるにしたがってパイプの厚さが次第に減少するようにされてもよい。

【0006】

【実施例】以下に、図1～図12に示した本発明の実施例に係るディスプレイについて詳細に説明する。

【0007】本発明による前方照明システムを、図1に示す。システム10は、ディスプレイパネル12と光源20とを備える。ディスプレイパネル12は、ディスプレイ14と、かすめ入射を屈折するフィルム16と、レフレクター18とを備える。見る人25に対向する側のディスプレイ面すなわち前面に上記フィルム16を備える。一方、反対側のディスプレイ面すなわち背面には上記レフレクター18たとえば拡散反射面を備える。ディスプレイ14は、液晶ディスプレイのような画素化されたディスプレイを含む任意のディスプレイとしてよい。光源20は、発光管22と、選択任意のレフレクター24とを備える。図1に示すように、光源20は、ディスプレイパネル12の前面に光ビーム26を与える。

【0008】フィルム16の拡大側面略図を、図2に示す。フィルム16の前面には、第1面32と第2面34とを有する隆起部30を備える。隆起部30は第3面36によって分離されている。第3面36はフィルム16の背面と平行であるが、平行でなくてもよい。隆起部30の形状は、角度 $\alpha$ および $\beta$ によって決定される。光線26は、ディスプレイパネル12(すなわちフィルム16)に、たとえば $2^\circ$ のかすめ入射角度 $\gamma$ で入射される。光線26は、隆起部30の第1面32に、垂直またはそれに近い角度で入射する。光線26は隆起部30内を進行し、全反射によって第2面34で反射され、ディスプレイパネル12に略直角方向にフィルム16内を下方へ進行する。光線26はレフレクター18で拡散反射されて戻され、ディスプレイ14内を進行する。光線26は、第3面36を通してディスプレイパネル12から出射し、ディスプレイパネル12の法線方向に対して0から $\pm 30^\circ$ までの範囲の角度で、見る人25に向かっ

て進行する。

【0009】隆起部30の高さおよび間隔は、光源20からの光線26がディスプレイパネル12に当たる角度 $\gamma$ の関数である。隆起部の第1面32が妨げとなって隣の隆起部の第1面32に光線26が達することができなくなるほどまで、隆起部30を高くすべきでなく、または互いに接近すべきでない。液晶ディスプレイの場合には、隆起部30の高さは、好ましくは $100\mu\text{m}$ まで、より好ましくは約 $5\mu\text{m}$ から $20\mu\text{m}$ までの範囲内、たとえば $9\mu\text{m}$ である。角度 $\alpha$ は、好ましくは、約 $90^\circ - \gamma$ に等しい。すなわち、約 $70^\circ$ から $90^\circ$ までの範囲内である。より好ましくは、約 $85^\circ$ から $90^\circ$ まで、たとえば $88^\circ$ である。上記角度 $\alpha$ に対して、角度 $\beta$ は、好ましくは、 $\gamma = 3^\circ$ のとき屈折率1.6のフィルム16に対しては、約 $30^\circ$ から全反射限界まで、たとえば $54^\circ$ までの範囲内であり、より好ましくは、約 $40^\circ$ から $50^\circ$ までの範囲内、たとえば $45^\circ$ である。角度 $\gamma$ は、好ましくは約 $0^\circ$ から $5^\circ$ までの範囲内、たとえば $2^\circ$ である。隣合う隆起部30の頂部間の距離は、好ましくは隆起部の高さの約5倍から100倍までであり、好ましくは約10倍から20倍までの範囲内、より好ましくは約15倍である。

【0010】変形例としては、光源20と同様の第2光源(図示せず)をディスプレイパネル12の反対側端にさらに備え、両光源からの光線が隆起部30に両方から当たるようにしてもよい。このような場合には、隆起部30の形状は対称とするべきであり、 $\alpha = \beta$ 、たとえば $54^\circ$ である。

【0011】ディスプレイ14が画素化されたディスプレイ、たとえば液晶ディスプレイである場合には、各ピクセルに1またはそれ以上の隆起部を配置することによって、ディスプレイ全体が確実に見えるようにすることができる。レフレクター18は、白色拡散材(white diffuse)、ブラシ仕上げ金属材(brushed metal)、粒子/樹脂混合材(particle/resin composite)とすることができる。

【0012】フィルム16は、好ましくは、ポリカーボネートのような高分子シートである。フィルム16は、好ましくは、積層または紫外線(UV)硬化によって、ディスプレイ14に接着される。隆起部30がディスプレイ14の表面を覆う割合は、小さくすべきである。すなわち、好ましくは20%未満、より好ましくは10%未満とすべきである。ディスプレイの大部分の表面は平滑(すなわち、第3面36)とし、それによって、ディスプレイから出射する光のほとんどが反射面構造によって乱されることがないようにすべきである。

【0013】本発明のひとつの実施例では、発光管22は、光を平行にする複数のマイクロレンズ、ひとつのシリンドリカルレンズ、またはひとつのリニアレンチキュラーレンズを対応して有する1列の点光源を備える。他

の実施例では、発光管22は、図3に示すように、1つの点光源40と1つの光パイプ42とを備える。点光源40は、発光ダイオード(LED)とすることができる。LEDは、一般に、発光は細い円錐状となり、約5から10ルーメンパーワットまでの範囲内で効率よく動作する。

【0014】光パイプ42は、好ましくは、四角形、たとえば正方形の断面を有し、それによって、点光源40から発光されたモードが保たれる。すなわち、光パイプ42からの円錐状の発光は、光源40の発光と略同じである。光パイプ42が非平行面すなわち曲面を有するならば、このようにはならないであろう。

【0015】光パイプ42の変形例を、図4(A)(B)に示す。図4(A)では、光パイプ42は、点光源40からの光線が光パイプによって向けられる方向とは反対側の光パイプ面に、すなわちディスプレイ12に隣接する光パイプ面とは反対側の光パイプ面に、複数の切欠き44を有する。切欠き44は、好ましくは約45°の角度 $\alpha$ で形成する。切欠き44のピッチすなわち周期は、好ましくは不均一であり、光パイプ42の一端から他端へより均一な照明となるようにする。切欠き44の密度を高くすることによって、光が点光源40から遠くまで進んで光パイプ42から出射されるとき光束濃度の低下を補償する。切欠き44のピッチは、1cmあたり約5から100までにすることができよう。

【0016】光パイプ42の他の変形例を、図4(B)に示す。図4(B)では、光パイプ42はくさび状に形成され、複数の段切面54を有する。この段切面54は、図4(A)について説明したように、パイプからの光を抜き出して光パイプの外側へ向ける。図4(A)の場合と同様に、段切面54の好ましい角度 $\alpha$ は約45°である。段切面56は、好ましくは、光パイプ42の反対側の面に平行、すなわち段切面54の長さ方向に平行であり、好ましくは、光パイプの幅方向に一樣であり、光パイプの長さを横切る方向すなわち幅方向に均一な照明を与える。

【0017】フィルム16の変形例を、図5～7に示す。図5は、隆起部130を有するフィルム116を示している。各隆起部130は、傾斜面132と急勾配の段面134とを有する。フィルム116の底面と平行な面は無い。しかし、傾斜面132の勾配は緩やかであり、段面134での屈折による2次イメージは無視できる。

【0018】角度 $\alpha$ は、好ましくは約5°から20°までの範囲内であり、5°はかすみ入射光線の満足できる伝達の下限であり、20°は高コントラストで見える上限である。角度 $\beta$ は、好ましくは、約60°から90°までの範囲内である。隣接する隆起部130の頂部間距離は、好ましくは、隆起部の高さより約3倍から10倍大きい。フィルム116のようにデザインすることによって、フィルム16における隆起部30より壊れにくい

隆起部130を、容易に製造できる。

【0019】フィルム16の第2面34の効果(図2)は、図6および図7示すように、第1面32の寸法を減少することによって、または第2面34の寸法を増加することによって、それぞれ向上することが可能である。図6に示すように、フィルム16の第3面36とは異なってフィルム216の第3面236はフィルムの背面に平行でない点を除き、フィルム216はフィルム16と同様である。フィルム216は複数の隆起部230を備え、隆起部230は第1面232および第2面234を有する。第3面236は、光源からの光線によって形成される角度 $\gamma$ に相関する角度 $\delta$ だけ傾けられている。1° $<\gamma<3^\circ$ に対して、大略、1° $<\delta<3^\circ$ である。第3面236は角度 $\delta$ 傾けられているので、第1面232の寸法は減少する。本発明の変形例としては、角度 $\delta$ は角度 $\gamma$ と負に相関し、1° $<\gamma<3^\circ$ に対して-1° $>\delta>-3^\circ$ である。たとえば、 $\gamma$ が約1°のとき $\delta$ は約-1°であり、 $\gamma$ が約3°のとき $\delta$ は約-3°である。

【0020】図7に示すように、フィルム316は隆起部330を備える。隆起部330は、第1面332と、第2面334と、第2面334に隣接して形成された溝336とを有する。6°より小さく角度 $\gamma$ となる光線を用いると仮定すれば、溝336の深さは、隆起部300の高さ $h$ の少なくとも約1/5とすべきである。溝336によって、第2面334の寸法を増すことができる。

【0021】次に、限定するものではない3つの実例により、本発明をさらに説明する。全ての計測値は概略値である。

#### 【0022】実例1

図2に示すフィルム16を有する図1に示すシステム10を、コンピュータ光線追跡プログラムを用いてモデル化した。光源20(光学的レフレクター24なし)は、高さ5mmの光22であり、下向きに角度2°でディスプレイパネル12に向けた。ディスプレイパネル12は幅100mmであり、画素の中心間隔は300 $\mu$ mであった。隆起部30は、高さ9 $\mu$ mであり、頂部間隔は100 $\mu$ mであった。角度 $\alpha$ は88°であり、角度 $\beta$ は44°であった。ディスプレイパネル12の照明は、線光源20からの光線によって、2次元(断面)でシミュレートされた。線光源20は、ディスプレイパネルに対向する線光源の面に沿って延在する一列に並んだ20の光ビーム(すなわちファン)によって記述された。各ファンは、水平に対して2°傾けられ( $\gamma=2^\circ$ )、8°の範囲内で均等に広がる400本の光線を含む。評価対象となる面は、ディスプレイパネル12のすぐ下である。この面に集まる光線を計算し、光源発光全体の割合として、空間的に箱内を照らす照度を識別した。

【0023】光源発光の割合は、フィルム16がある場合とない場合との両方について、ディスプレイの幅を横

切る位置の関数として計算した。その結果を図8に示す。線70は適所にフィルム16がある場合の照度を位置について表し、線72は適所にフィルムがない場合の照度を位置について表す。線70において、白丸は、フィルム16の上部での照度を表し、黒丸はディスプレイ16の直下の照度を表す。白丸および黒丸がひとつの線70上にあることは、フィルム12の面での反射損失がごく小さいことを示している。

【0024】適所にフィルムがある場合は、光源からの光の55%が計測面に到達したのに対し、フィルムがない場合にはわずか18%にすぎない。しかし、品質に関して言うと、見る者にとっては、3倍強調された以上の大きな向上に見えるであろう。これは、反射液晶ディスプレイ(LED)の後方レフレクターが直接拡散(拡散的正反射)であるので、LED本体の面を通して伝達された光の大部分が大略入射角で後方レフレクターによって反射されるからである、と言える。そのため、ほとんどの光線はLCD/空気界面に直角に戻り、一方、小さい視射角の光はLCD/空気界面で反射され、ディスプレイの正面にいる人には見えない。したがって、実際の向上は、3倍より、はるかに大きい。

【0025】照度が光源20の高さに依存することを、図9のコンピュータモデル化されたグラフに示されている。LED上の全ての光は、光源高さが3、5、7mmであると、それぞれ、63%、56%、49%であると評価された。グラフが示すように、3mmの高さの光源(線74で示す)は、ディスプレイのある部分で大きな輝度を与えるが、ディスプレイの幅直角方向には不均一である。7mmの高さの光源(線78で示す)は、ディスプレイの同じ部分で輝度が低下するが、ディスプレイの幅直角方向にずっと均一になる。高さ5mmの光源(線76で示す)は、この両極端の中間の場合を表す。

【0026】照度が光ビーム26がディスプレイパネル12に当たる角度 $\gamma$ に依存することは、図10のコンピュータモデル化グラフ図に示されている。LCD上の全ての光は、高さ5mmの光源で角度 $\gamma$ が0°、2°および4°について評価された。グラフが示すように、LCDを4°の角度 $\gamma$ で照射する光線(線80で示す)は、LCDの一部分では輝度が高いが、ディスプレイの幅直角方向には均一ではない。LCDに角度0°で当たる光線(線84で示す)の同じ部分での輝度は低い、ディスプレイパネルの幅直角方向に均一であった。角度 $\gamma$ が2°(線82で示す)では、この両極端の中間の場合を示した。

#### 【0027】実例2

図4(A)に示した光パイプと同様に、正方形断面と、角度 $\alpha$ が45°であるV状切欠きとを有する光パイプについて、コンピュータモデル化によって、同様の切欠きと円形断面を有する光パイプと比べた。円錐角 $\theta_{1/2} = 14^\circ$ である円錐状光線が、光パイプの入射窓から入射さ

れた。図11(A)および(B)は、光パイプからの計算された発光パターンを示している。 $x$ 軸は光パイプの軸(長さ)まわりの観測角度であり、 $y$ 軸は光パイプの長さに沿っての観測角度である。すなわち、実質的にディスプレイ面での発光パターンである。

【0028】図11(A)に、1つの切欠きと正方形断面とを有する光パイプについての計算された発光パターンを示す。図11(B)に、1つの切欠きと円形断面とを有する光パイプについての計算された発光パターンを示す。分散されたプロットの密度は、光の強度に対応する。図11(A)(正方形断面)での高密度パターンは、大略円錐角 $\theta_{1/2} = 14^\circ$ の円錐であるのに対し、図11(B)(円形断面)では光はかなり広く分散した発光パターンとなる。したがって、本発明の光パイプの正方形断面は、光源から放射されたモードを持続する。すなわち、光パイプからの発光の円錐状の発光は、光源からの円錐状の発光と略同じである。

#### 【0029】実例3

図4(B)と同様の光パイプを構成した。光パイプのくさびは、角度1.2°で形成し、6 $\mu$ m幅の段切面を1cmあたり52の均一ピッチで形成した。光パイプは傾けて形成され、入射窓位置では4mm、末端位置では0.6mmであった。アンバー(黄色) AlInGaP LED(ヒューレットパッカード品番H LMP-CL00)が、光パイプの入射窓に機械的に固定された。銀反射フィルム(EP-300エネルギーコントロールプロダクトディビジョン#300 "シルベラックス(Silverux)"、スリーエムカンパニー、ミネソタ州セントポール)が、光パイプの段形成面に機械的に固定された。光強度は、光パイプの長さに沿って数箇所計測された。その結果を図12に示す。図から、光強度(任意単位で計測)は、光パイプの長さに沿って相対的に均一であったことが分かる。

【0030】なお、本発明は上記各実施例に限定されるものではなく、その他種々の態様で実施可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例の前方照明システムの側面略図である。

【図2】 図1のかすめ入射反射の要部拡大側面略図である。

【図3】 本発明の他の実施例の前方照明システムの上面略図である。

【図4】 本発明の光パイプの変形例の斜視図である。

【図5】 かすめ入射を屈折する第1変形例の要部拡大側面略図である。

【図6】 かすめ入射を屈折する第2変形例の要部拡大側面略図である。

【図7】 かすめ入射を屈折する第3変形例の要部拡大側面略図である。

【図8】 図1、図2のシステムの照度のコンピュータモデル化グラフ図である。フィルムの内側と外側とを示

している。

【図9】 図8と同様のグラフ図である。光源高さが3mm、5mm、7mmの場合を示している。

【図10】 図8と同様のグラフ図である。かすめ入射角度 $\gamma$ が $0^\circ$ 、 $2^\circ$ 、 $4^\circ$ の場合を示している。

【図11】 光パイプの発光のコンピュータモデル化グラフ図である。プロットの密度が光の強度に対応する模写図である。(A)は図4(A)のように正方形断面の光パイプについて、(B)は円形断面の光パイプについて、それぞれ示している。

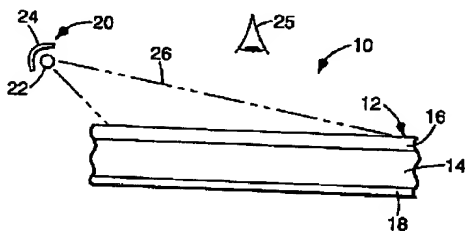
【図12】 図4(B)の光パイプの光強度のグラフ図である。

【符号の説明】

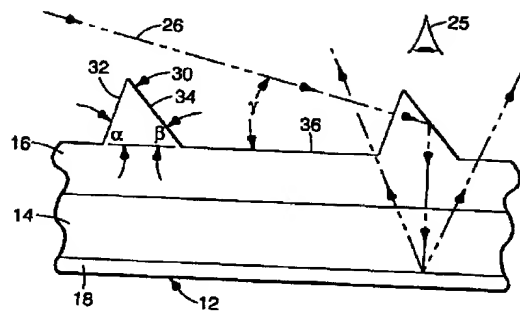
- 10 前方照明システム
- 12 ディスプレイパネル
- 14 ディスプレイ
- 16 フィルム
- 18 レフレクター
- 20 光源
- 22 発光管
- 25 見る人
- 26 光線
- 30 隆起部

- \* 32 第1面
- 34 第2面
- 36 第3面
- 40 点光源
- 42 光パイプ
- 44 切欠き
- 54 段切面
- 56 段面
- 70~84 線
- 10 116 フィルム
- 130 隆起部
- 132 第1面
- 134 第2面
- 216 フィルム
- 230 隆起部
- 232 第1面
- 234 第2面
- 236 第3面
- 316 フィルム
- 20 330 隆起部
- 332 第1面
- 334 第2面
- \* 336 溝

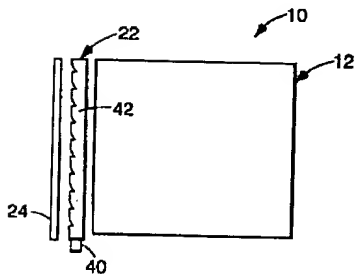
【図1】



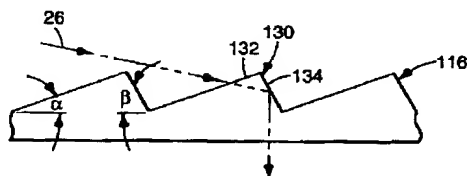
【図2】



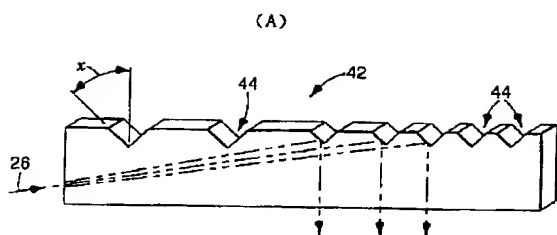
【図3】



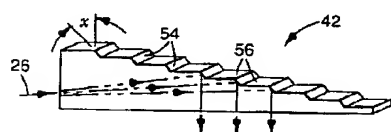
【図5】



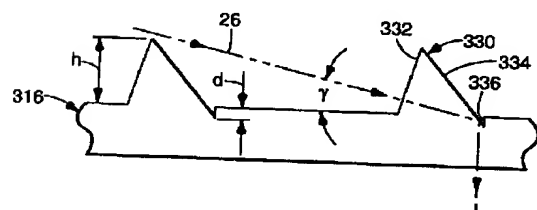
【図4】



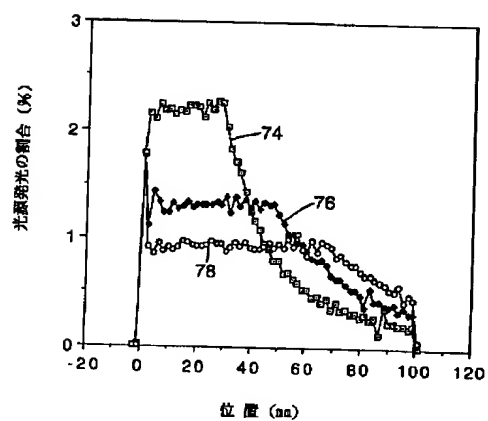
(B)



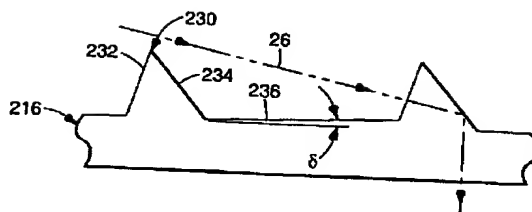
【図7】



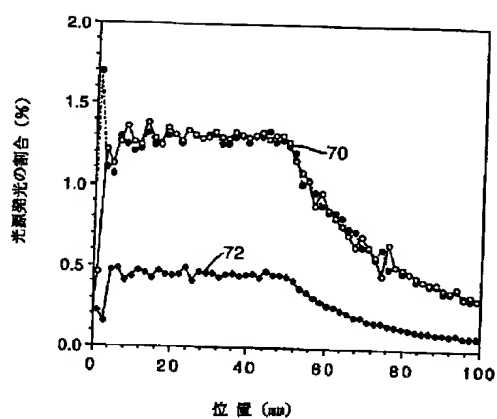
【図9】



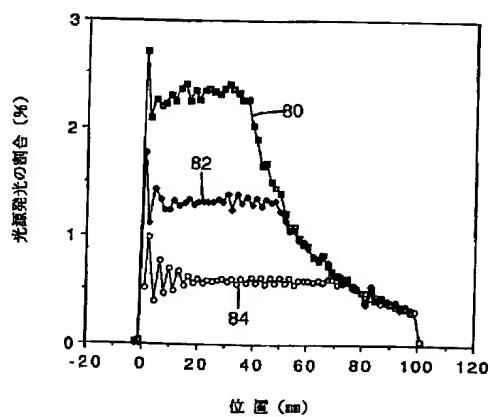
【図6】



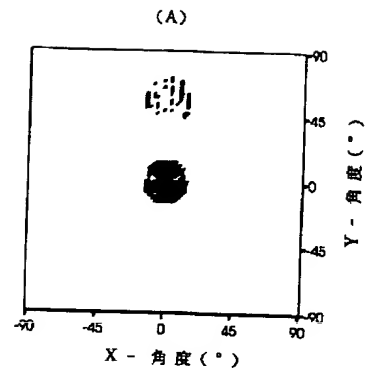
【図8】



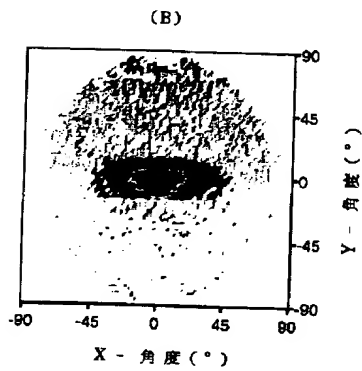
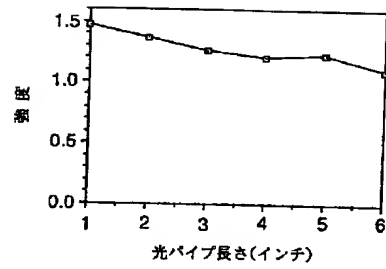
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 ロバート・ボール・ウェンズ  
 アメリカ合衆国55144-1000ミネソタ州セ  
 ント・ポール、スリーエム・センター (番  
 地の表示なし)